

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
4. Januar 2001 (04.01.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/01736 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: H05G 2/00

**ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN
FORSCHUNG E.V.** [DE/DE]; Leonrodstrasse 54,
D-80636 München (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP00/06080

(22) Internationales Anmeldedatum:
29. Juni 2000 (29.06.2000)

(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (*nur für US*): NEFF, Willi [DE/BE];
Joseph-Olbertz-Strasse 40, B-4721 Kelmis (BE).
LEBERT, Rainer [DE/BE]; Platzegel 21, B-4721 Kelmis
(BE). BERGMANN, Klaus [DE/DE]; Rolandstrasse
35-39, D-52134 Herzogenrath (DE). ROSIER, Oliver
[DE/DE]; Schultstrasse 85, D-41363 Jüchen (DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
99112403.3 29. Juni 1999 (29.06.1999) EP
199 62 160.8 22. Dezember 1999 (22.12.1999) DE

(81) Bestimmungsstaaten (*national*): JP, KR, US.

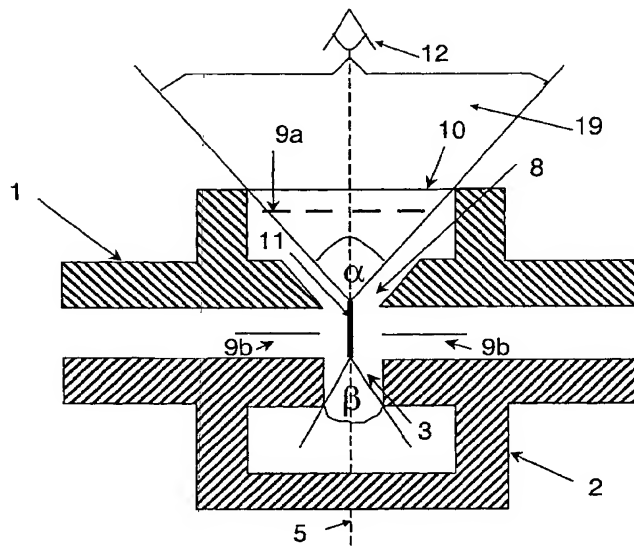
(71) Anmelder (*für alle Bestimmungsstaaten mit Aus-
nahme von US*): FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): europäisches Patent (AT,
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,
NL, PT, SE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DEVICE FOR PRODUCING AN EXTREME ULTRAVIOLET AND SOFT X RADIATION FROM A GASEOUS DIS-
CHARGE

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG ZUR ERZEUGUNG VON EXTREM-ULTRAVIOLETT- UND WEICHER RÖNTGEN-
STRAHLUNG AUS EINER GASENTLADUNG



(57) Abstract: The invention relates to a device for producing an extreme ultraviolet and soft X radiation from a gaseous discharge that is effected on the left branch of the Paschen curve. The inventive device is provided with two main electrodes between which a gas-filled intermediate space is defined. Said main electrodes have respective openings which define an axis of symmetry (5). The device is further provided with means for increasing the conversion efficiency. The inventive device is especially useful for applications which require extreme ultraviolet (EUV) radiation or soft X radiation in the wavelength range of from about 1-20 nm, and especially about 13 nm, for example for EUV lithography.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 01/01736 A1

**Veröffentlicht:**

- Mit internationalem Recherchenbericht.
- Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen.

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Erzeugung von Extrem-Ultraviolett- und weicher Röntgenstrahlung aus einer auf dem linken Ast der Paschenkurve betriebenen Gasentladung, bei der zwei Hauptelektroden vorgesehen sind, zwischen denen sich ein gasgefüllter Zwischenraum befindet, bei der die Hauptelektroden je eine Öffnung aufweisen, durch welche eine Symmetrieachse (5) definiert ist, und bei der Mittel zur Erhöhung der Konversionseffizienz vorgesehen sind. Bevorzugtes Anwendungsgebiete sind solche die extreme Ultraviolett- (EUV-) Strahlung oder weiche Röntgenstrahlung im Wellenlängenbereich von ca. 1-20 nm benötigen, und insbesondere um 13 nm, wie zum Beispiel die EUV-Lithografie.

Vorrichtung zur Erzeugung von Extrem-Ultraviolett- und weicher Röntgenstrahlung aus einer Gasentladung

5

10

Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Erzeugung von Extrem-Ultraviolett- und weicher Röntgenstrahlung aus einer Gasentladung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Bevorzugtes Anwendungsgebiete sind solche die extreme Ultraviolett- (EUV-) Strahlung oder weiche Röntgenstrahlung im Wellenlängenbereich von ca. 1-20 nm benötigen, und insbesondere um 13 nm, wie zum Beispiel die EUV-Lithografie.

15

Stand der Technik

Die DE 28 04 393 C2 offenbart eine Elektrodenanordnung zum Erzeugen und Beschleunigen von geladenen Teilchen bei dem sich mindestens ein Plasmakanal in einem Zwischenraum zwischen den fluchtenden Öffnungen der Elektroden bilden. Die geladenen Teilchen treten aus dem Plasmakanal aus und prallen unter Emission von elektromagnetischer Strahlung auf einen Festkörper. Erzeugt wird sichtbares Licht oder Röntgenstrahlung. Nachteilig bei dieser Lösung ist, dass bei dem in der DE 28 04 393 C2 offenbarten Teilchenbeschleuniger ein verschleißbehafteter abbremsender Festkörper erforderlich ist der die Lebensdauer der Vorrichtung herabsetzt. Weiterhin wird nur bei ca. jedem 10^4 -ten aufprallenden Teilchen ein Strahlungsquant erzeugt, so dass die Effizienz bei der Strahlungserzeugung niedrig ausfällt.

20

25

2

Die US 4,771,447 lehrt den Einsatz einer zur DE 28 04 393 C2 ähnlichen Elektrodengeometrie, bei der der Raum zwischen den Elektroden evakuiert wird und schubweise Gas eingelassen wird. Bei diesem Gas-Puff-Betrieb entsteht das Plasma überall zwischen den beiden Elektroden und zieht sich dann zu einem einzelnen strahlungsemittierenden Pinchplasmakanal zusammen. Bei dieser Gasentladung wird auf dem rechten Ast der Paschenkurve gearbeitet. Ein Betrieb auf dem linken Ast der Paschenkurve hat hingegen den Vorteil, dass eine Zündung im Gasvolumen und damit besonders verschleißarm möglich ist. Weiterhin kann bei einem Betrieb auf dem linken Ast der Paschenkurve ohne Schaltelement zwischen Strahlungsgenerator und Spannungsversorgung gearbeitet werden, was eine niederinduktive und damit sehr effektive Energieeinkopplung in das Plasma möglich macht. Letzteres ermöglicht wieder bei zeitgemittelt gleicher Energieeinkopplung kleinere Pulsenergien bei höherer Repetitionsrate was ebenfalls den Verschleiß der Elektrodenanordnung mindert. Je nach Erfordernissen erlaubt ein Betrieb auf dem linken Ast der Paschenkurve auch ein Arbeiten bei relativ niedrigen Gasdrücken was zu einer geringeren Strahlungsabsorption in Gasentladungssystem führt. Aus diesen Gründen ist der Gas-Puff als Strahlungsquelle weniger geeignet.

Eine gattungsgemäße Vorrichtung offenbart die DE 197 53 696 A1. Die aus der DE 197 53 696 A1 entnommene **Fig. 1** zeigt eine Elektrodenanordnung mit der Geometrie eines Einkanalpseudofunkenschalters und weist eine Kathode (1) und eine Anode (2) mit einem gasgefüllten Zwischenraum (7) auf. Die beiden Elektroden (1, 2) weisen je eine Öffnung (3, 4) auf durch welche eine Symmetrieachse (5) definiert wird. Bei dieser Elektrodengeometrie kann sich die Gasentladung nicht auf dem kleinsten Weg zwischen den Elektroden ausbreiten, weil in diesem Fall die mittlere freie Weglänge der Ladungsträger größer als der Elektrodenabstand ist. Die Gasentladung sucht sich dann einen längeren Weg, da nur bei ausreichender Entladungsstrecke genügend viele ionisierende Stöße zur Aufrechterhaltung der Entladung möglich sind. Dieser längere Weg ist vorliegend durch die Öffnungen (3, 4) vorgebbbar, über welche die

3

Symmetrieachse (5) definiert ist. Dies hat zur Folge, dass sich nur ein einziger Plasmakanal ausbildet, der die oben definierte Symmetrieachse (5) besitzt und dessen seitliche Ausdehnung durch die Bohrlochbegrenzungen bestimmt wird. Bei dieser Gasentladung zündet somit das Plasma innerhalb des durch den Durchmesser der Öffnungen bestimmten Zylinders auf der Symmetrieachse (5). Anschließend zieht sich das Plasma auf einen Zylinder kleineren Durchmessers zusammen. Das in der DE 197 53 696 A1 vorhandene Plasma ist damit ein Kanalpinchplasma, d.h. sowohl in der Zündungsphase als auch später nach dem Zusammenschnüren des Plasmas liegt stets ein Plasma vor, dessen äußere Abmessungen einen Kanal darstellen. Dieses Plasma ist selbst das strahlende Medium. Die Auskopplung der Strahlung erfolgt axial entlang der Symmetrieachse (5) durch die Öffnungen (3, 4) der Hauptelektroden.

Für kommerzielle Zwecke, insbesondere für die EUV-Lithografie, ist eine noch höhere Strahlungsintensität erforderlich als sie die im Stand der Technik bekannten Lösungen leisten. So kann zum Beispiel der Plasmakanal und damit der Elektrodenabstand typischerweise nur wenige Millimeter groß sein wodurch die Intensität der EUV-Strahlungsquelle begrenzt wird. Auch absorbiert das zwingend erforderliche Arbeitsgas im Elektrodenzwischenraum einen nicht zu vernachlässigenden Teil der generierten Strahlung bevor es die Plasmakammer verlässt.

Darstellung der Erfindung

Der Erfindung liegt das technische Problem zugrunde eine Vorrichtung mit einem strahlungsemitierenden Plasma bereitzustellen, mit der eine besonders hohe Strahlungsintensität im EUV-Bereich (Wellenlänge ca. $\lambda=10$ bis 20 nm) und im weichen Röntgenwellenlängenbereich (Wellenlänge ca. $\lambda=1$ bis 10 nm) erzielt werden kann.

Die Lösung dieses technischen Problems wird durch die im Anspruch 1 angegebenen Merkmale gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

Erfindungsgemäß wurde erkannt, dass sich die genannten Probleme bei Vorrichtungen zur Erzeugung von Extrem-Ultraviolett- und weicher Röntgenstrahlung aus einer Gasentladung lösen lassen, bei denen zwei Hauptelektroden vorgesehen sind zwischen denen sich ein gasgefüllter Zwischenraum befindet, bei der die Hauptelektroden je eine
5 Öffnung aufweisen durch welche eine Symmetrieachse definiert ist, und welche zusätzlich über Mittel zur Erhöhung der Konversionseffizienz verfügen.

Bei Anwendungen die eine hohe abgestrahlte Leistung erfordern, so zum Beispiel die EUV-Lithografie, ist die einkoppelbare elektrische Leistung begrenzt. Daher ist es auch wichtig, wie effizient diese eingekoppelte Energie in Strahlungsenergie umgesetzt bzw.
10 konvertiert wird, d.h. wie hoch die Konversionseffizienz ist. Die dabei interessierende Strahlungsenergie bzw. Strahlung soll ausschließlich diejenige sein, die dem Anwender tatsächlich zur Verfügung steht, die also die Apparatur letztlich verlässt.

Durch nachfolgend beschriebene Mittel zur Erhöhung der Konversionseffizienz kann das Leistungspotential der Gasentladung besser ausgeschöpft und wunschgemäß höhere
15 Strahlungsleistungen erzielt werden. Gewährleistet wird dies primär durch eine Erhöhung der Plasmateilchendichte. Durch alle diese Mittel wird die Strahlungsintensität wunschgemäß erhöht.

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung kann als Mittel zur Erhöhung der Konversionseffizienz mindestens eine Hilfselektrode vorgesehen
20 werden die auf unterschiedliche Art und Weise in der Elektrodenanordnung positioniert werden kann.

Es besteht die Möglichkeit, die Hilfselektrode oder Hilfselektroden hinter den Öffnungen der Hauptelektroden zu positionieren, d.h. auf der dem Zwischenraum abgewandten Seite der Hauptelektrodenöffnungen. So hat es sich als vorteilhaft erwiesen, eine auf
25 positivem Potential liegende Hilfselektrode hinter der negativ geladenen Hauptkathode zu positionieren. Diese Beschaltung bewirkt zunächst eine Erhöhung der Zündfeldstärke

bzw. der Zündspannung der Gasentladung. Da dies gleichzeitig dazu führen würde, dass mehr Energie in die Gasentladung eingekoppelt wird, wird zur Kompensation dieses Effektes eine konstante Zündspannung eingestellt. Die Zündspannung ist nach dem Paschengesetz eine Funktion des Elektrodenabstandes und des Gasdrucks. Daher
5 wird eine konstante Zündspannung dadurch eingestellt, dass bei einem Betrieb der erfindungsgemäßen Vorrichtung auf dem linken Ast der Paschenkurve ein höherer Gasdruck eingestellt wird, weil üblicherweise ein höherer Gasdruck die Zündspannung absenkt. Bei höherem Gasdruck kommt es jedoch zu einer größeren Plasmateilchendichte bzw. es liegen insgesamt mehr Partikel vor die zur
10 Strahlungsemission beitragen. Die erhöhte Strahlungsemission erfolgt dabei bei gleicher in die Gasentladung eingespeister Energie und damit größerer Konversionseffizienz.

Weiterhin ist es möglich, die Hilfselektroden zwischen den Hauptelektroden zu platzieren. Die Hilfselektroden müssen dann eine Öffnung auf der Symmetrieachse aufweisen, weil sich nach dem Zusammenziehen des Plasmas der Plasmakanal auf der
15 Symmetrieachse befindet. Dadurch kann der Abstand der Hauptelektroden vergrößert werden. Die Hilfselektroden verhindern dabei die nicht gewollte Zündung des Plasmas an den Isolatoren zwischen den Hauptelektroden. Damit kann ein deutlich längerer Plasmakanal bis hin zu einigen Zentimeter Länge bereitgestellt werden, und nicht nur von wenigen Millimetern wie bei der DE 197 53 696 A1. Damit kann aber bei axialer
20 Beobachtung, d.h. einer Beobachtung entlang der Symmetrieachse, auch eine um den Faktor 10 höhere Strahlungsintensität zur Verfügung gestellt werden.

Die größere Strahlungsintensität bei längerem Plasmakanal hat ihre Ursache in einer effizienteren Energieumsetzung. Die Elektrodenkonfiguration von zwei Hauptelektroden mit einer oder mehreren dazwischen befindlichen Hilfselektroden kann man sich nämlich
25 gedanklich als Hintereinanderschaltung von zwei oder mehreren einfachen Elektrodenkonfigurationen mit einer Anode, einer Kathode, und einem dazwischen befindlichen Plasma vorstellen. Die Energieumsetzung hängt dabei maßgeblich von der Impedanz ab und ist optimal, wenn die Impedanz des Plasmas etwa gleich der

6

Impedanz des Generators ist. Da die Impedanz einer einfachen Elektrodenanordnung typischerweise deutlich kleiner als die des Generators ist, führt die Nutzung mehrerer hintereinandergeschalteter Elektroden wunschgemäß zu einer größeren Impedanz des Plasmas. Der längere Plasmakanal enthält bedingt durch die bessere Energieumsetzung
5 mehr strahlungsemitierende Partikel was wunschgemäß zu einer größeren Strahlungsintensität führt.

Eine längere strahlungsemitierende Plasmasäule hat weiterhin den Vorteil, dass bei geeigneten Betriebsbedingungen durch stimulierte Emission kohärente Strahlung emittiert wird, was bislang nur von aufwendigen Kapillarentladungen berichtet wird. Für
10 diesen Fall liegt ein Röntgenlaser vor dessen abgestrahlte Strahlungsintensität exponentiell mit der Plasmakanallänge skaliert so dass eine besonders hohe Intensität erzielbar ist.

Die Öffnungen in den Hauptelektroden können unterschiedlich ausgestaltet sein. Zunächst ist es möglich, dass beide Öffnungen durchgehende Öffnungen sind. So kann
15 es sich zum Beispiel bei der jeweiligen Öffnung um ein durchgehendes Loch in Zylinderform handeln was in die jeweilige Elektrode gebohrt wird. Durch die Kathodenöffnung kann dann die Strahlung ausgekoppelt werden.

Allerdings kann bei der Anode auch anstelle einer durchgehenden Öffnung eine Vertiefung gewählt werden, zum Beispiel in Form eines Sacklochs. Die Wahl einer
20 Vertiefung erlaubt eine bessere bzw. einfachere Kühlung der Anode. Die Vertiefung ist dann weniger tief als die Elektrode dick ist. Auch für diesen Fall liegt für die Ausbildung der Gasentladung eine Vorzugsrichtung vor, da die Öffnung auf der Gegenseite, d.h. der Kathode, für die längeren elektrischen Feldlinien sorgt. Die Vertiefung kann zylindersymmetrisch ausgeformt sein oder auch konisch. Bei einer Vertiefung anstelle
25 einer durchgehenden Öffnung steht den Ladungsträgern im Bereich zwischen den Elektroden eine kürzere Strecke zur Verfügung. Dies hat die gleiche Wirkung wie ein kleinerer Elektrodenabstand, d.h. es kommt zu einer Erhöhung der Zündfeldstärke bzw.

7

der Zündspannung. Soll die Zündspannung konstant gehalten werden, so erlaubt dies das Arbeiten bei höheren Gasdrücken was wunschgemäß zu einer höheren Strahlungsausbeute führt. Zusammengefasst besteht bei dieser Ausgestaltung der Vorrichtung das Mittel zur Erhöhung der Konversionseffizienz in einer Vertiefung in der
5 Anode, welche anstelle einer durchgehenden Anodenöffnung gewählt wird.

Gegebenenfalls kann bei der Anode sogar auf die Öffnung völlig verzichtet werden. Dieser Fall kann als Grenzfall einer möglichst kleinen Vertiefung angesehen werden, durch welche die Kühlung optimiert und die Zündfeldstärke maximiert wird.

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung können Hauptelektroden mit mehreren
10 Öffnungen vorgesehen sein, wobei diese Öffnungen symmetrisch um die Symmetrieachse herum angeordnet werden. In einer einfachsten Anordnung bilden die Öffnungen einen Kreis der seinen Ursprung bzw. sein Zentrum auf der Symmetrieachse der Elektrodenanordnung besitzt. Dies erlaubt es, den Startradius in der Zündungsphase des Plasmas frei vorzugeben was zum Beispiel bei der in der DE 197 53 696 A1
15 vorgeschlagenen Lösung nur sehr eingeschränkt möglich ist. So bewirkt ein größerer Startradius durch mehrere zusätzliche Öffnungen eine größere Plasmateilchendichte da nach jetzigem Verständnis nur die im durch den Startradius bestimmten Volumen enthaltene Teilchen in den Plasmazustand überführt werden können. Eine einfache Vergrößerung der zentralen Öffnung auf der Symmetrieachse ist hier jedoch nicht
20 geeignet, da dann Untersuchungen zufolge die Zündung der Gasentladung erschwert wird.

Bei Vorhandensein mehrerer Öffnungen in den Elektroden muss wie bei einem Mehrkanalpseudofunkenschalter eine zeitliche Synchronisation bei der Zündung der einzelnen Plasmastränge sichergestellt werden. Hierfür muss zunächst an die
25 Elektroden eine genügend große Haltespannung angelegt werden die im Bereich von einigen Kilovolt bis einigen zehn Kilovolt liegen. Bei einer genügend großen Spannung kommt es durch die bei Gasentladungen allgemein bekannten Mechanismen der

8

- Vervielfachung von Ladungsträgern zu einer Gasentladung. Die Zündung erfolgt dabei durch getriggertem Betrieb durch Injektion von Ladungsträgern (Plasma oder Elektronen) in den an die Kathode angrenzenden Raumbereich. Die Zündung selbst erfolgt bei gegebener Elektrodengeometrie bei einem solchen Gasdruck, dass das
- 5 Produkt aus Elektrodenabstand und Gasdruck auf dem linken Ast der Paschenkurve liegt. Mit den oben erwähnten Hilfselektroden hinter den Öffnungen der Hauptelektroden wird eine gleichzeitige Zündung der Plasmakanäle verbessert. Bei Vorhandensein mehrerer und einander gegenüberliegenden Öffnungen in den Hauptelektroden bilden sich bei gleichzeitiger Zündung zwischen den Öffnungen von Anode und Kathode
- 10 einzelne Stromfäden aus. Durch den Strompuls (die Strompulse weisen typischerweise Amplituden im zweistelligen Kiloamperebereich auf) bzw. durch das damit verbundene Eigenmagnetfeld werden die einzelnen Stromfäden auf die Symmetrieachse beschleunigt und bilden dort das Pinchplasma mit den äußeren Abmessungen eines zylindersymmetrischen Kanals.
- 15 Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung können Hauptelektroden mit je einer einzelnen ringförmigen Öffnung vorgesehen sein. Die beiden Hauptelektroden haben dann neben der Öffnung auf der Symmetrieachse zusätzlich jeweils eine identische kreisförmige Öffnung deren Zentrum bzw. Ursprung auf der Symmetrieachse liegt.
- Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann zur Steigerung der
- 20 Konversionseffizienz ein pulsformendes Netzwerk als Stromversorgung vorgesehen sein. Es hat sich nämlich gezeigt, dass sich bedingt durch die Plasmadynamik die elektrischen Eigenschaften der Gasentladung auf einer sehr kurzen Zeitskala von beispielsweise 10 ns ändern. Eine optimale Plasmadynamik kann dabei durch maßgeschneiderte Strompulse realisiert werden, d.h. Strompulse mit einer gezielt
- 25 einstellbaren Länge, Stromanstiegszeit, Form etc.. Wird als Stromversorgung nur eine Kondensatorbank eingesetzt, so lassen sich bei der sich einstellenden gedämpften Schwingung nur zwei Parameter, nämlich die Stromamplitude und die Periodendauer einstellen. Bei einem pulsformenden Netzwerk hingegen lassen sich die

9

Pulseigenschaften gezielter und präziser einstellen. Die sich damit einstellende bessere Plasmadynamik führt wunschgemäß zu einer besseren Umsetzung der in die Gasentladung eingespeisten elektrischen Energie in Strahlungsenergie, also zu einer höheren Konversionseffizienz.

- 5 Gleichfalls vorteilhaft ist der Einsatz eines pulsformenden Netzwerkes für den Fall, dass die Spannungsanstiegszeit optimiert werden soll. Die Spannungsanstiegszeit ist die Zeit die benötigt wird, um die Spannung an den Elektroden auf einen Sollwert ansteigen zu lassen. Ist die Spannungsanstiegszeit kürzer als die Durchbruchzeit der Gasentladung, also kürzer als die Zeit zwischen Anlegen der Spannung und Einsetzen des
- 10 Stromflusses, so erfolgt die Zündung bei einer Spannung die größer ist als die Zündspannung. Dies wiederum erlaubt es wie bei den eingangs erwähnten Hilfelektroden hinter den Öffnungen der Hauptelektroden mit einem höheren Gasdruck zu arbeiten was zu einer höheren Strahlungsintensität führt.

- Eine mögliche Realisierung des pulsformenden Netzwerkes besteht darin, zusätzlich zur
- 15 Kondensatorbank, über die die Hauptelektroden direkt angeschlossen sind, einen oder mehrere weitere Kondensatoren vorzusehen. Diese zusätzlichen Kondensatoren werden über einen oder mehrere sättigbare magnetische Schalter angeschlossen. Durch einen geeigneten Einsatz dieser Schalter kann weiterhin zum Beispiel kurz vor der Aufbauphase des Pinchplasmas, und damit vor der Strahlungsemission, zusätzliche
- 20 Energie in das Plasma eingekoppelt werden. Auch hierdurch kann dem Anwender dieser Strahlungsquelle mehr Strahlungsleistung zur Verfügung gestellt werden.

- Eine weitere Maßnahme zur Steigerung der Konversionseffizienz besteht darin, dass neben der Gaseintritts- und Gasauslassöffnung für das Arbeitsgas im Elektrodenzwischenraum mindestens eine zusätzliche Gaseinlassöffnung vorgesehen
- 25 ist. Üblicherweise wird die Strahlungsquelle bei quasistationärem Gasfluss bei Drücken von wenigen Pascal auf dem linken Ast der Paschenkurve betrieben. Der quasistationäre Gasfluss stellt sicher, dass praktisch überall in dem Elektrodenssystem

- der gleiche Druck herrscht. Durch das Vorhandensein von mindestens einer weiteren Gaseinlass- oder Gasaustrittsöffnung kann an den betreffenden Stellen im Elektrodensystem systematisch Gas eingelassen oder abgepumpt werden. Dadurch ist es auch möglich, in unterschiedliche Raumbereiche der Elektrodenanordnung unterschiedliche Gase vorzusehen. So kann zum Beispiel im Bereich des Plasmakanals auf der Symmetrieachse ein oder mehrere Gase mit hohen Kernladungszahlen vorgesehen sein, zum Beispiel Xenon, Neon, Sauerstoff oder einfach Raumluft. Bei diesen schweren Gasen bilden sich bei ihrer Überführung in den Plasmazustand Spezies mit elektromagnetischen Übergängen im hier interessierenden Spektralbereich von $\lambda=1$ bis 20 nm. In anderen Raumbereichen, und insbesondere im Raumbereich zwischen dem Plasmakanal und dem Strahlaustrittsfenster, kann dann ein leichtes Gas wie zum Beispiel Helium oder Deuterium vorgesehen sein. Die leichten Gase absorbieren die erzeugte Strahlung jedoch besonders gering, so dass dem Anwender eine besonders hohe Strahlungsintensität zur Verfügung steht.
- Ein weiterer Vorteil weiterer bzw. zusätzlicher Öffnungen zum Einlassen und Abpumpen von Gasen besteht darin, dass damit im Plasmakanalbereich leichter eine höhere Plasmateilchendichte erzielt werden kann. Beispielsweise kann dies dadurch erfolgen, dass dem Hauptgas Xenon im Bereich zwischen den zentralen Öffnungen auf der Symmetrieachse der Anordnung zusätzlich Helium zugemischt wird. Durch diese homogene Gasmischung in diesem Raumbereich kann die Zündspannung zu für die Plasmaemission höheren Werten bei höherer Gasdichte verändert werden.

In einer weiteren Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind zentrale Öffnungen (3, 4) der Hauptelektroden (1, 2) vorgesehen, deren Öffnungen auf der der Plasmakammer abgewandten Seite größer sind als auf der Seite, welcher dem gasgefüllten Zwischenraum zugewandt ist. Dabei ist es auch möglich, dass nur eine der beiden Öffnungen derart bemessen ist. Wegen der Zylindersymmetrie des Pinchplasmakanals auf der Symmetrieachse ist es dabei vorteilhaft, dass auch die Öffnung bzw. die Öffnungen zylindersymmetrisch mit gleicher Symmetrieachse sind.

//

Daher können diese zentralen Elektrodenöffnungen konisch bzw. in Form eines Kegelstumpfes geformt sein, wobei die Kegelstumpfspitze der Plasmakammer zugewandt ist. Mit den konischen Öffnungen kann ebenfalls eine Steigerung der Konversionseffizienz erzielt werden.

- 5 Die Steigerung der Konversionseffizienz durch eine derartige Wahl der zentralen Elektrodenöffnungen liegt daran, dass es durch diese möglich ist, mehr Strahlung auszukoppeln, als dass dies bei einer typischerweise zylindersymmetrischen Öffnung möglich ist. In Experimenten wurde eine zylindersymmetrische Öffnung mit einem Durchmesser von 10 mm gewählt, wobei man als Beobachter bei der gegebenen Dicke
10 der Elektroden das Plasma noch unter einem Winkel von ca. 14° gegenüber der Symmetrieachse sehen konnte. Wurde im Experiment eine konische Öffnung gewählt, so konnte man das Plasma noch unter einem Winkel von 60° erkennen. Damit ergab sich bei gleicher in das Plasma eingespeister Energie eine ausgekoppelte Strahlungsintensität, die gegenüber dem Fall der zylindersymmetrischen Öffnung etwa
15 um den Faktor 20 größer war.

Ein weiterer Vorteil der konischen Öffnungen besteht darin, dass bei konstantem Raumwinkel diese auch die Wahl dickerer Elektroden zulassen. Da die Elektroden während des Betriebes gekühlt werden ist die Kühlung dickerer Elektroden leichter zu bewerkstelligen als mit dünnen Elektroden. Die bessere Kühlung wiederum erlaubt eine
20 größere Energieeinspeisung, wodurch eine Optimierung der Elektrodenkonfiguration zu höheren Leistungen möglich ist.

In einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind zwischen dem gasgefüllten Zwischenraum (7) und den im Ultrahochvakuum (UHV) befindlichen Teilen der Vorrichtung ein oder mehrere Systeme aus Kapillaren zur Vakuumtrennung
25 vorgesehen. Kapillaren weisen aufgrund ihrer im Vergleich zum Durchmesser großen Länge einen hohen Strömungswiderstand für Gase auf, so dass ein hoher Druckabfall erreicht werden kann. Durch die Kapillaren kann daher ein besonders hohes

Ultrahochvakuum geschaffen werden wodurch die Strahlungsabsorption in diesen Teilen der Vorrichtung reduziert wird. Bei gleicher in das System eingekoppelten Energie führt dies wunschgemäß zu einer größeren Strahlungsintensität für die jeweilige Applikation.

- 5 Eine mögliche Realisierung für ein System von Kapillaren ist die Mikrokanalplatte. Mikrokanalplatten weisen hohle Kanäle auf, durch die die Strahlung vom Zwischenraum (7) in den UHV-Bereich (19) und von dort zur Applikation gelangen kann. Selbst dünne Mikrokanalplatten sind sehr stabil und zeigen eine hohe Transmission für die erzeugte EUV-Strahlung. So kann die Mikrokanalplatte je nach Geometrie des Elektrodensystems
- 10 als zylinderförmige Scheibe ausgestaltet sein. Mikrokanalplatten sind mit Kanälen mit Durchmesser im ein- bis zweistelligen Mikrometerbereich durchzogen. So ist es zum Beispiel möglich, Mikrokanalplatten mit Dicken im einstelligen Millimeterbereich zu wählen, deren Oberfläche zu mindestens 50%, vorzugsweise zu mindestens 70%, aus den Öffnungen der Mikrokanäle besteht.

15

Es ist weiterhin möglich, eine geometrisch-räumliche Anordnung von Kapillaren zu wählen, mit der die Strahlung von der Plasmaquelle aufgesammelt, geformt und geeignet in das optische System der jeweiligen Anwendung eingekoppelt werden kann. Ein Beispiel für ein solches System ist die Kumakhov-Linse.

20

Nachfolgend soll die erfindungsgemäße Strahlungsquelle anhand von Ausführungsbeispielen erläutert werden. Es zeigen:

Fig. 1: Elektrodengeometrie nach dem Stand der Technik

Fig. 2: Elektrodenkonfiguration mit Hilfselektroden

25 **Fig. 3:** Elektrodenkonfiguration mit zusätzlichen Gaseinlassöffnungen

Fig. 4: Elektrodenkonfiguration mit zusätzlichen Öffnungen

Fig. 5: Elektrode mit ringförmiger Zusatzöffnung

Fig. 2 zeigt die erfindungsgemäße Vorrichtung mit zusätzlichen mit Hilfselektroden (9a, 9b) zur Steigerung der Konversionseffizienz bzw. der Strahlungsausbeute. Zwischen den spannungsbeaufschlagten Elektroden (1, 2) bildet sich im gasgefüllten Zwischenraum (7) ein die Strahlung emittierendes Pinchplasma (11) aus. Auf der dem Zwischenraum (7) abgewandten Seite der Kathode (1) befindet sich eine Hilfselektrode (9a) durch welche sich die Zündfeldstärke der Gasentladung steigern lässt. Dies wiederum erlaubt den Betrieb bei höheren Gasdrücken bei größerer Strahlungsausbeute. Die Hilfselektrode (9a) weist im Betrieb ein positives Potential gegenüber der Kathode (1) auf. Zwischen den Hauptelektroden befindet sich ferner eine Hilfselektrode (9b) zur Bereitstellung einer längeren Pinchplasmasäule (11).

Untersuchungen zeigten, dass die Plasmasäule (11) nicht oder nur gering in die Öffnungen (3, 8) der Hauptelektroden hereinragt, und dass damit bei einer zylindersymmetrischen Ausführung der Öffnungen für die Strahlungsauskopplung nur ein geringer Raumwinkel zur Verfügung steht. So weist die zylindersymmetrische Öffnung (3) bei dieser Ausführungsform einen Durchmesser von 10 mm auf, womit ein Beobachter bei der gegebenen Dicke der Elektroden das Plasma noch unter einem Winkel von $\alpha=14^\circ$ gegenüber der Symmetrieachse (5) sehen könnte. Zur Erhöhung der Strahlungsausbeute wurde daher die Öffnung (8) konisch ausgeführt. Bei der konisch ausgeführten Öffnung (8) kann das Plasma (11) noch unter einem Winkel von $\beta=60^\circ$ gegenüber der Symmetrieachse (5) vom Beobachter (12) erkannt werden. Damit ergibt sich bei gleicher in das Plasma eingespeister Energie eine ausgekoppelte Strahlungsintensität, die gegenüber dem Fall der zylindersymmetrischen Öffnung etwa um den Faktor 20 größer ist.

Fig. 3 zeigt prinzipiell die gleiche Elektrodenkonfiguration wie in **Fig. 2**, jedoch ohne Hilfselektroden. Zusätzlich sind Hilfsöffnungen (13a, 13b) für den Gasein- und/oder Gasaustritt aus den Bereich (14) der Hohlkathode (1) vorgesehen. So kann über die

Öffnungen (13b) das für die Gasentladung erforderliche Entladegas wie zum Beispiel Xenon, Sauerstoff oder SF_6 eingelassen werden das im Zwischenraum (7) gezündet wird. In den in **Fig. 3** nicht gezeigten rückwärtigen Bereichen des Elektrodensystems befindet sich ein Gas mit geringer Absorption wie Helium oder Wasserstoff. Dieses für
5 die erzeugte Strahlung transparente Gas wird über die Öffnungen (13a) in den Bereich (14) eingelassen. Hierbei sind die Öffnungen (13a) für den Einlass des transparenten Gases weiter von der Öffnung (8) entfernt als die Öffnungen (13b) für den Einlass des Entladegases. Damit befindet sich zunächst in dem dem Strahlaustrittsfenster (10) zugewandten Teil des Bereichs (14) der Kathode (1) das leichte Gas, und in dem dem
10 Schutzglas (10) abgewandten Teil des Bereichs (14), bzw. in der Nähe der Öffnung (8), das schwerere Entladegas.

Bei dieser Vorgehensweise bestehen nun zwei Möglichkeiten. Zum einen können beide Gase über nicht in **Fig. 3** eingezeichneten Öffnungen im Bereich des gasgefüllten Zwischenraums (7) so abgesaugt werden, dass es zur Durchmischung der beiden
15 Gasarten kommt. Dies hat den Vorteil, dass im Elektrodenzwischenraum (7) befindlichen Plasmakanal eine höhere Plasmateilchendichte erzielt werden kann. Alternativ kann ein Teil der Öffnungen (13a) durch Einstellen einer laminaren Strömung des leichten Gases in den rückwärtigen Bereichen der Elektrodensystems so genutzt werden, dass über ein Absaugen des leichten Gases eine Durchmischung weitestgehend vermieden wird.
20 Damit verbleibt das leichte Gas dauerhaft in dem dem Strahlaustrittsfenster (10) zugewandten Teil des Bereichs (14). Dieses leichte Gas absorbiert die Strahlung jedoch erheblich geringer als das Entladegas, so dass dem Anwender wunschgemäß eine größere Strahlungsleistung zur Verfügung steht.

Eine weitere Möglichkeit zur Nutzung der Öffnungen (13a, 13b) besteht darin, das
25 Entladegas nicht über die Öffnungen (13b), sondern über nicht in **Fig. 3** gezeigte Öffnungen im Bereich des gasgefüllten Zwischenraums (7) oder der Anode (2) einzulassen und über die Öffnungen (13b) abzusaugen. Das leichte bzw. transparente Gas wird wieder über die Öffnungen (13a) eingelassen. Diese Ausführungen zeigen,

dass die Öffnungen (13a) sowohl zum Gaseinlass als auch zum Gasauslass des oder der Entladegase eingesetzt werden können, und die Öffnungen (13a) nur zum Gaseinlass des oder der leichten Gase.

Fig. 4 zeigt eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung, bei der die Elektroden (1, 2) zusätzliche kreisförmigen Öffnungen (14) aufweisen. Die Öffnungen (14) sind dabei innerhalb der jeweiligen Elektrode kreisförmig und bezogen auf die Kreislinie äquidistant angeordnet. Anode (1) und Kathode (2) weisen dabei eine gleiche Anzahl gleich ausgeführter Öffnungen in der gleichen geometrischen Anordnung bezogen auf die Symmetrieachse (5) auf. Durch diese Ausgestaltung gibt es bei einer Blickrichtung entlang der Symmetrieachse (5) zu jeder Öffnung (4) in der Anode (2) eine dahinterliegende Öffnung in der Kathode (1). Bei Anlegen einer Spannung an die Elektroden kommt es in der Zündungsphase der Gasentladung zur Herausbildung mehrerer Plasmafäden (15). Die Plasmafäden (15) ziehen sich nachfolgend aufgrund des Eigenmagnetfeldes des fließenden elektrischen Stromes zu einem einzigen zentralen strahlungsemittierenden Pinchplasmakanal (11) auf der Symmetrieachse (5) zusammen. Die Auskopplung der Strahlung erfolgt axial entlang der Symmetrieachse (5). Ist die dem Strahlaustrittsfenster zugewandte Elektrode die Kathode (1), so ist es günstig, zwischen der zentralen Öffnung (4) und den Zusatzöffnungen (14) eine Abschirmung (16) vorzusehen. Die Abschirmung (16) hat den Vorteil, dass damit eine Zündung erleichtert wird, die nur in den Kanälen der dünnen Plasmafäden (15), nicht aber im zentralen Kanal entlang der Symmetrieachse (5) erfolgt. Auf die Abschirmung (16) kann verzichtet werden, wenn die dem Strahlaustrittsfenster (10) zugewandte Elektrode die Anode (2) ist, da eine Zündung nur auf der Kathodenseite erfolgt.

Fig. 5 zeigt ferner in einer Aufsicht eine Elektrode mit zentraler Öffnung (3), die zusätzlich eine ringförmige Öffnung (17) aufweist. Die ringförmige Öffnung (17) weist ein Zentrum bzw. eine Symmetrieachse auf, welche mit der Symmetrieachse (5) der Elektrodenkonfiguration zusammenfällt. Eine dem Strahlaustrittsfenster (10) zugewandte

1b

Elektrode dieser Ausführung erfordert wie bei der Ausführungsform nach **Fig. 4** eine zusätzliche Abschirmung (16).

Bezugszeichenliste:

- 1: Kathode
- 2: Anode
- 5 3, 4: (Haupt-) Öffnung
- 5: Symmetrieachse
- 6: Isolator als Abstandshalter
- 7: gasgefüllter Zwischenraum
- 8: konisch ausgeführte Öffnung
- 10 9a: Hilfselektrode hinter der Öffnung der Hauptelektrode
- 9b: Hilfselektrode zwischen den Hauptelektroden
- 10: Strahlaustrittsfenster
- 11: Pinchplasma
- 12: Beobachter
- 15 13a, 13b: Gaseintritts- und/oder Gasaustrittsöffnung
- 14: zusätzliche Öffnung in der Elektrode
- 15: Plasmafaden
- 16: Abschirmung

17: ringförmige Öffnung

19: Ultrahochvakuum- (UHV-) Bereich der Vorrichtung

Patentansprüche

- 1) Vorrichtung zur Erzeugung von Extrem-Ultraviolett- und weicher Röntgenstrahlung aus einer Gasentladung, bei der zwei Hauptelektroden (1, 2) vorgesehen sind
5 zwischen denen sich ein gasgefüllter Zwischenraum (7) befindet, bei der die Hauptelektroden (1, 2) je eine Öffnung (3, 4) aufweisen durch welche eine Symmetrieachse (5) definiert ist, und bei der die Elektroden so geformt sind, dass sich die Gasentladung ausschließlich in dem durch die fluchtenden Öffnungen (3, 4) bestimmten Volumen ausbildet, und bei dem der auf der Symmetrieachse
10 entstehende Plasmakanal Quelle für die EUV- und/oder Röntgenstrahlung ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass Mittel (8, 9a, 9b, 13a, 13b, 14, 15, 17) zur Erhöhung der Konversionseffizienz vorgesehen sind.
- 2) Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens einer der
15 Öffnungen (3, 4) auf der dem Zwischenraum (7) abgewandten Seite größer ausgeführt ist als auf der dem Zwischenraum (7) zugewandten Seite.
- 3) Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Öffnungen (3, 4) kegelstumpfförmig ausgeführt sind.
- 4) Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch**
20 **gekennzeichnet**, dass die Anodenöffnung (2) als nichtdurchgehende Vertiefung, und insbesondere als Sackloch, ausgeführt ist.
- 5) Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch**
gekennzeichnet, dass eine Hilfselektrode (9a, 9b) vorgesehen ist.
- 6) Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Hilfselektrode
25 (9a) hinter der Öffnung (3, 4) einer der Hauptelektroden (1, 2) vorgesehen ist.

20

- 7) Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Hilfselektrode (9b) zwischen den Hauptelektroden (1, 2) vorgesehen ist welche eine Öffnung auf der Symmetrieachse (5) aufweist.
- 5 8) Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass beide Hauptelektroden (1, 2) mehrere Öffnungen (14) aufweisen.
- 9) Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Öffnungen (14) in den Hauptelektroden (1, 2) auf einem Kreis angeordnet sind durch dessen Zentrum die Symmetrieachse (5) verläuft.
- 10 10) Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass beide Hauptelektroden (1, 2) eine ringförmige Öffnung (17) aufweisen, wobei das Zentrum des Rings (17) auf der Symmetrieachse (5) liegt.
- 11) Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein pulsformendes Netzwerk (11) als Spannungsversorgung
15 vorgesehen ist.
- 12) Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass neben der Gasein- und auslassöffnung für das Arbeitsgas im Elektrodenzwischenraum (7) mindestens eine zusätzliche Gaseinlass- oder Gasaustrittsöffnung (13a, 13b) vorgesehen ist.
- 20 13) Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen dem gasgefüllten Zwischenraum (7) und den hochevakuierten Bereichen (19) der Vorrichtung ein System von Kapillaren zur Vakuumtrennung vorgesehen ist.

- 14) Vorrichtung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass das System von Kapillaren eine Mikrokanalplatte oder eine Kumakhov-Linse ist.

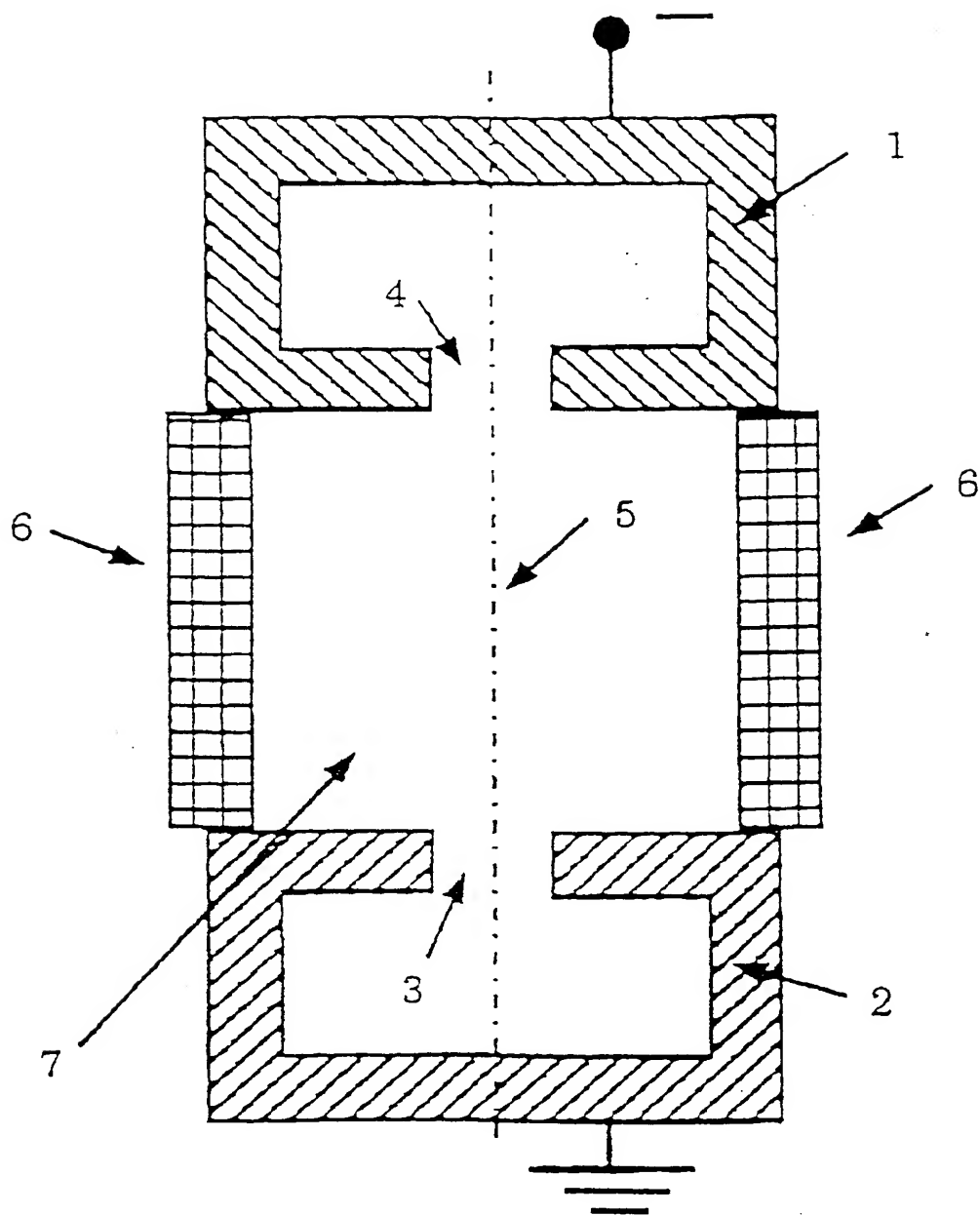


Fig. 1: Stand der Technik

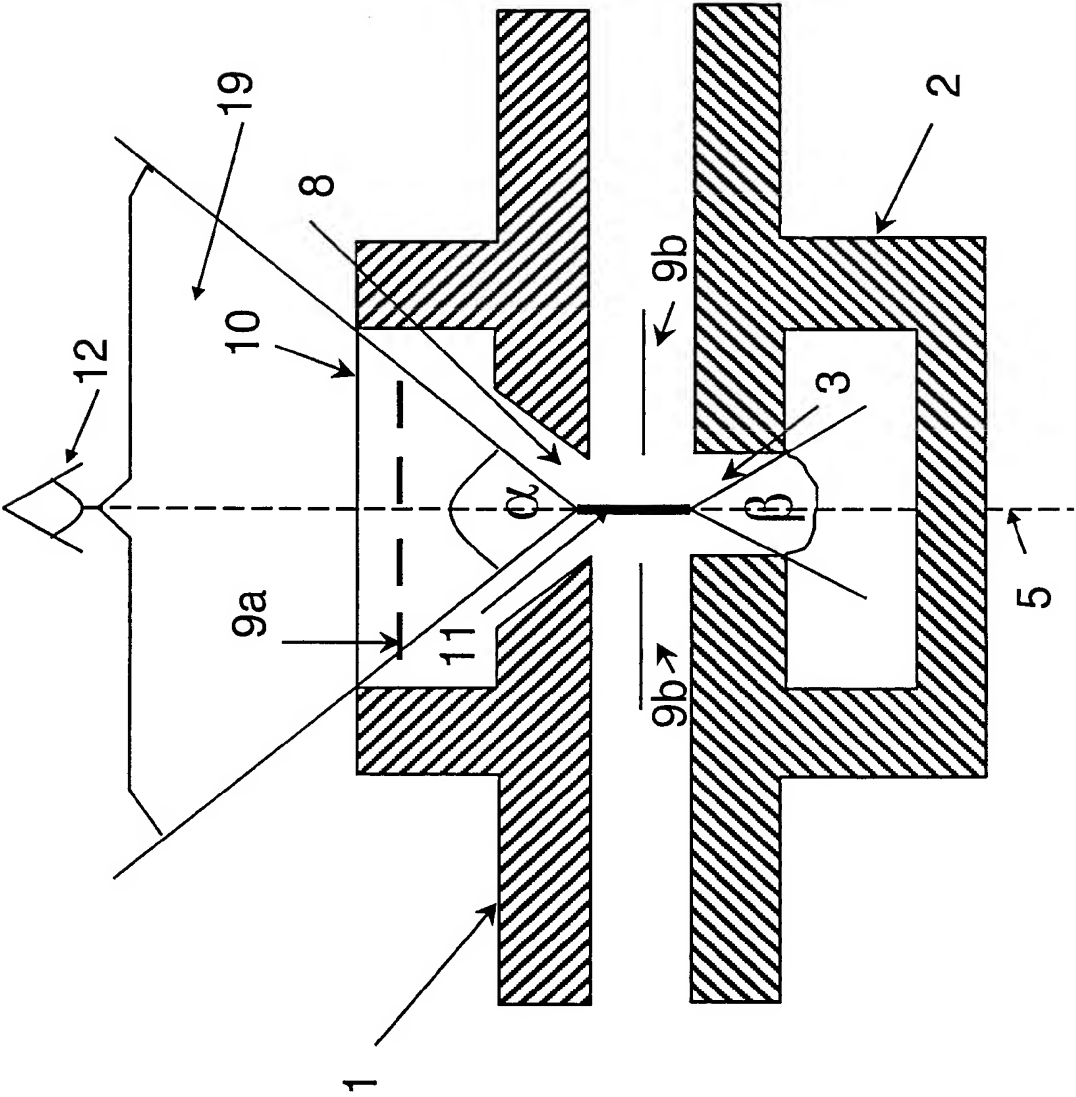


Fig. 2

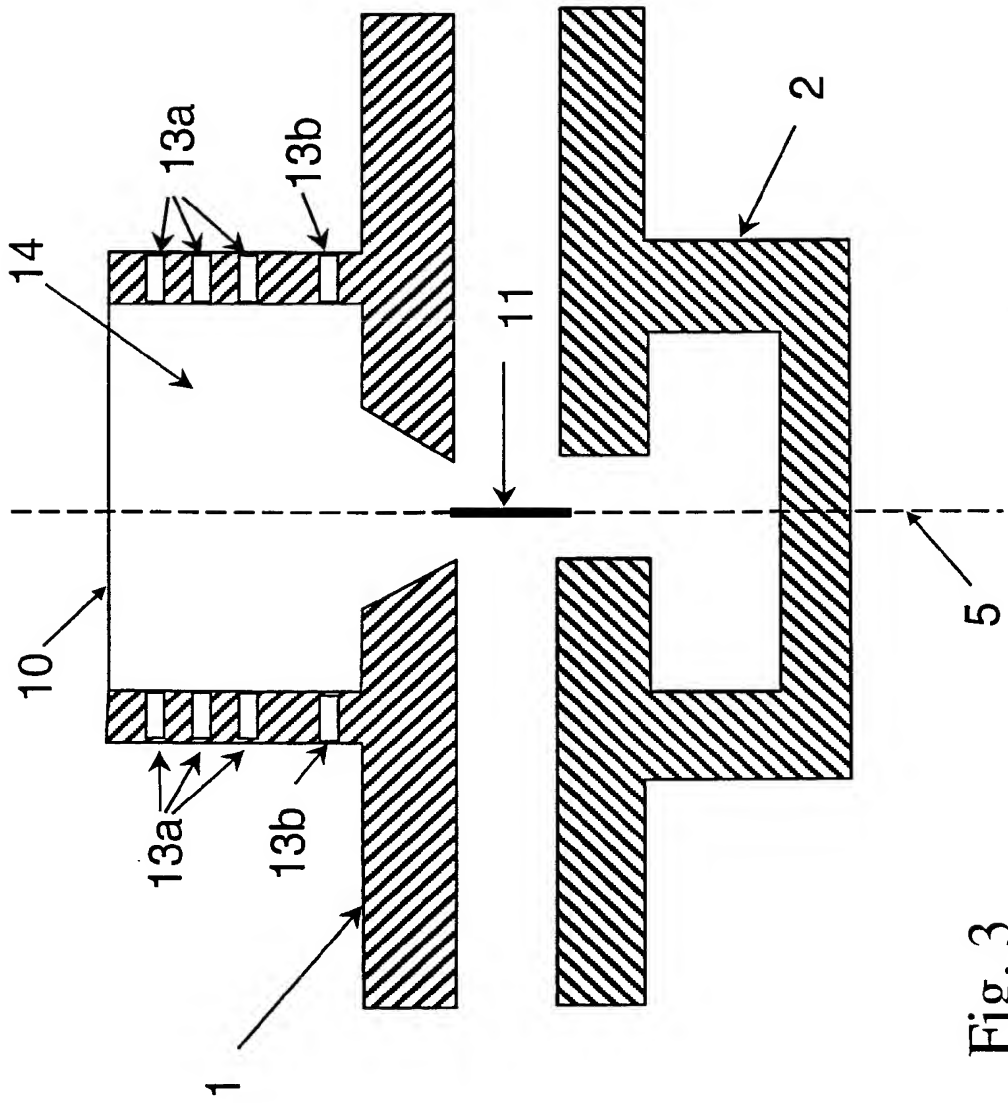


Fig. 3

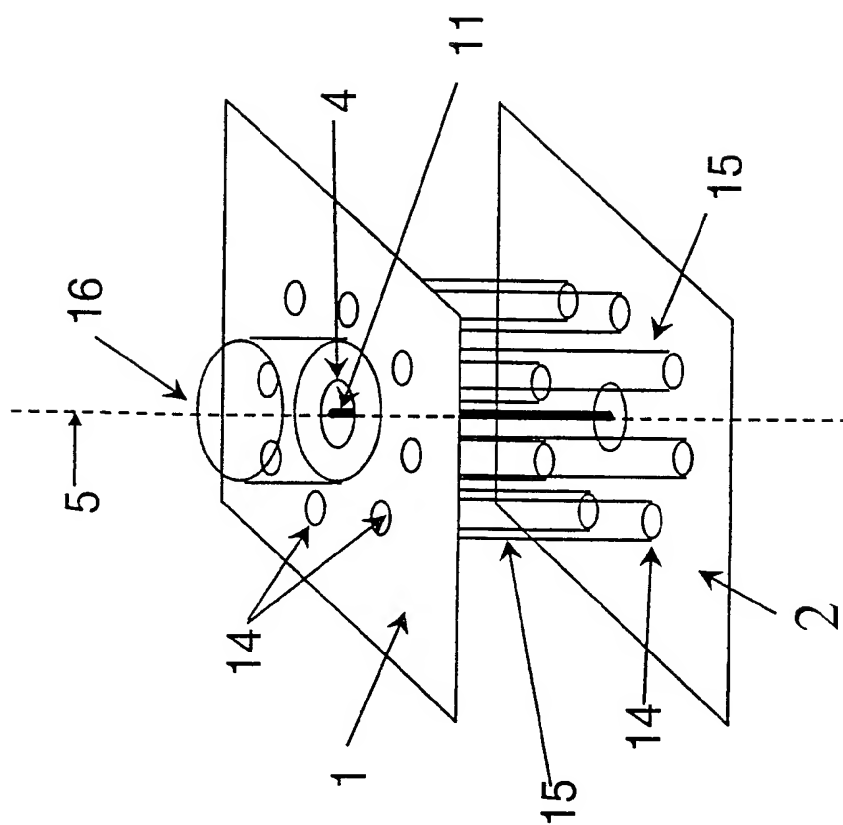


Fig. 4

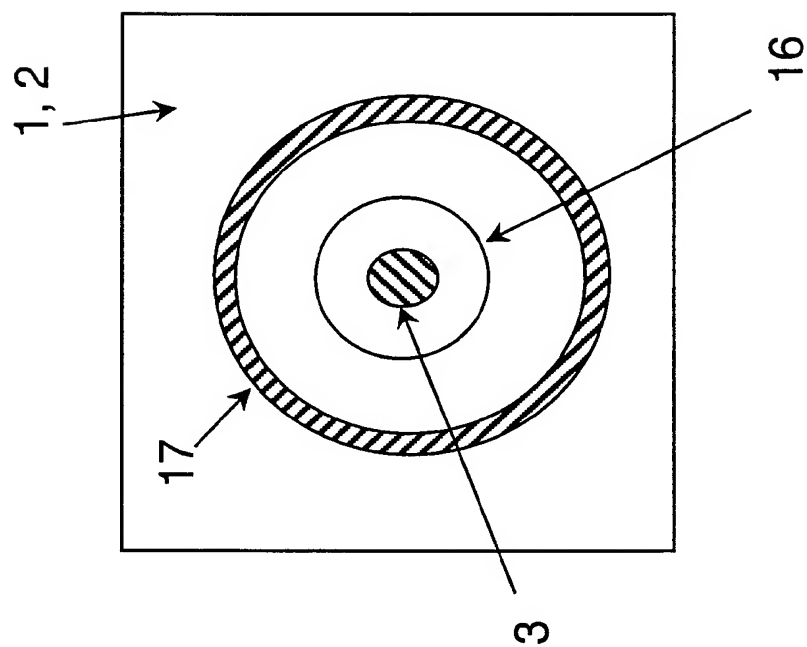


Fig. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 00/06080

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H05G2/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H05G

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

PAJ, WPI Data, EP0-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 197 53 696 A (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG) 17 June 1999 (1999-06-17) cited in the application column 4, line 58 -column 5, line 10 figure 2	1,2,5,11
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 014, no. 545 (M-1054), 4 December 1990 (1990-12-04) & JP 02 230601 A (TOSHIBA CORP), 13 September 1990 (1990-09-13) abstract	1,2,5,11
Y	EP 0 463 815 A (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO) 2 January 1992 (1992-01-02) column 1, line 53 - line 57 column 4, line 40 - line 48 column 7, line 57 -column 8, line 1	5
	-/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

20 October 2000

Date of mailing of the international search report

26/10/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Capostagno, E

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inte. .ional Application No

PCT/EP 00/06080

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category ²	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 771 447 A (SAITOH YASUNAO ET AL) 13 September 1988 (1988-09-13) cited in the application column 7, line 5 - line 23 figure 6 ---	3,12
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 013, no. 459 (E-832), 17 October 1989 (1989-10-17) & JP 01 176688 A (LASER-TEC KENKYUSHO:KK), 13 July 1989 (1989-07-13) abstract ---	4
A	US 5 175 755 A (KUMAKHOV MURADIN A) 29 December 1992 (1992-12-29) column 3, line 16 - line 36 -----	13,14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 00/06080

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19753696 A	17-06-1999	WO 9929145 A EP 1036488 A	10-06-1999 20-09-2000
JP 02230601 A	13-09-1990	NONE	
EP 0463815 A	02-01-1992	DE 69113332 D DE 69113332 T JP 4262359 A US 5185552 A	02-11-1995 14-03-1996 17-09-1992 09-02-1993
US 4771447 A	13-09-1988	JP 1704866 C JP 3073101 B JP 62172648 A JP 1909171 C JP 6038391 B JP 61251033 A DE 3688946 D DE 3688946 T EP 0201034 A	27-10-1992 20-11-1991 29-07-1987 09-03-1995 18-05-1994 08-11-1986 07-10-1993 13-01-1994 12-11-1986
JP 01176688 A	13-07-1989	NONE	
US 5175755 A	29-12-1992	US 5192869 A AT 164257 T AU 9032291 A BR 9107061 A CA 2095222 A DE 9117302 U DE 69129117 D DE 69129117 T EP 0555376 A JP 7504491 T WO 9208235 A US 5497008 A	09-03-1993 15-04-1998 26-05-1992 21-09-1993 01-05-1992 21-10-1999 23-04-1998 06-08-1998 18-08-1993 18-05-1995 14-05-1992 05-03-1996

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 00/06080

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 H05G2/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H05G

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

PAJ. WPI Data. EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie ^a	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE 197 53 696 A (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG) 17. Juni 1999 (1999-06-17) in der Anmeldung erwähnt Spalte 4, Zeile 58 -Spalte 5, Zeile 10 Abbildung 2 ---	1,2,5,11
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 014, no. 545 (M-1054), 4. Dezember 1990 (1990-12-04) & JP 02 230601 A (TOSHIBA CORP), 13. September 1990 (1990-09-13) Zusammenfassung ---	1,2,5,11
Y	EP 0 463 815 A (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO) 2. Januar 1992 (1992-01-02) Spalte 1, Zeile 53 - Zeile 57 Spalte 4, Zeile 40 - Zeile 48 Spalte 7, Zeile 57 -Spalte 8, Zeile 1 ---	5

-/--

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Y Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegender ist.

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

20. Oktober 2000

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

26/10/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Capostagno, E

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 00/06080

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie ^a	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 4 771 447 A (SAITOH YASUNAO ET AL) 13. September 1988 (1988-09-13) in der Anmeldung erwähnt Spalte 7, Zeile 5 - Zeile 23 Abbildung 6 ---	3,12
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 013, no. 459 (E-832), 17. Oktober 1989 (1989-10-17) & JP 01 176688 A (LASER-TEC KENKYUSHO:KK), 13. Juli 1989 (1989-07-13) Zusammenfassung ---	4
A	US 5 175 755 A (KUMAKHOV MURADIN A) 29. Dezember 1992 (1992-12-29) Spalte 3, Zeile 16 - Zeile 36 -----	13,14

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 00/06080

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19753696 A	17-06-1999	WO 9929145 A EP 1036488 A	10-06-1999 20-09-2000
JP 02230601 A	13-09-1990	KEINE	
EP 0463815 A	02-01-1992	DE 69113332 D DE 69113332 T JP 4262359 A US 5185552 A	02-11-1995 14-03-1996 17-09-1992 09-02-1993
US 4771447 A	13-09-1988	JP 1704866 C JP 3073101 B JP 62172648 A JP 1909171 C JP 6038391 B JP 61251033 A DE 3688946 D DE 3688946 T EP 0201034 A	27-10-1992 20-11-1991 29-07-1987 09-03-1995 18-05-1994 08-11-1986 07-10-1993 13-01-1994 12-11-1986
JP 01176688 A	13-07-1989	KEINE	
US 5175755 A	29-12-1992	US 5192869 A AT 164257 T AU 9032291 A BR 9107061 A CA 2095222 A DE 9117302 U DE 69129117 D DE 69129117 T EP 0555376 A JP 7504491 T WO 9208235 A US 5497008 A	09-03-1993 15-04-1998 26-05-1992 21-09-1993 01-05-1992 21-10-1999 23-04-1998 06-08-1998 18-08-1993 18-05-1995 14-05-1992 05-03-1996